

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09215110  
PUBLICATION DATE : 15-08-97

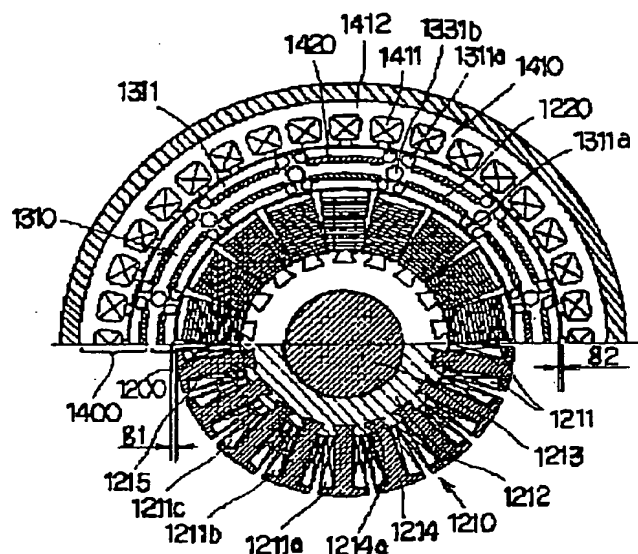
APPLICATION DATE : 07-03-96  
APPLICATION NUMBER : 08050585

APPLICANT : DENSO CORP;

INVENTOR : TOMOARI KEIICHIRO;

INT.CL. : B60L 11/14 B60K 6/00 B60K 8/00  
H02K 3/18 H02P 6/08

TITLE : DRIVE FOR VEHICLE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact drive for vehicle by interposing a second rotor concentrically between a first rotor and a stator arranged concentrically thereto and constituting a first electric rotating machine of poles at the inner circumferential part of second rotor and the first rotor while constituting a second electric rotating machine of poles at the outer circumferential part and the stator.

**SOLUTION:** A cylindrical rotor yoke 1311 is disposed around a rotor core 1212 through an air gap g1. A plurality of magnets 1220 are arranged at a constant interval in the circumferential direction on the inner circumferential face side. Each magnet 1220 is provided, at the opposite ends thereof, with openings 1311a for preventing leakage of flux. The magnet 1220, rotor core 1212 and a field winding 1211 constitute an electric rotating machine 1200. A plurality of magnets 1420 are arranged at a constant interval on the outer circumferential face side of the rotor yoke 1311 and provided with openings 1311a for preventing leakage of flux. The rotor yoke 1311 is provided with a stator yoke 1410 through an air gap g2. A plurality of slots in the inner circumferential face of a stator core 1412 is fitted with a field winding 1411 thus constituting a second electric rotating machine. This structure realizes a compact drive for vehicle.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-215110

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 11/14			B 6 0 L 11/14	
B 6 0 K 6/00			H 0 2 K 3/18	P
			B 6 0 K 9/00	Z
H 0 2 K 3/18			H 0 2 P 6/02	3 1 1
H 0 2 P 6/08				

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-50585

(22)出願日 平成8年(1996)3月7日

(31)優先権主張番号 特願平7-314508

(32)優先日 平7(1995)12月1日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 梶浦 裕章

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

(72)発明者 瀬口 正弘

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

(72)発明者 伴在 慶一郎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

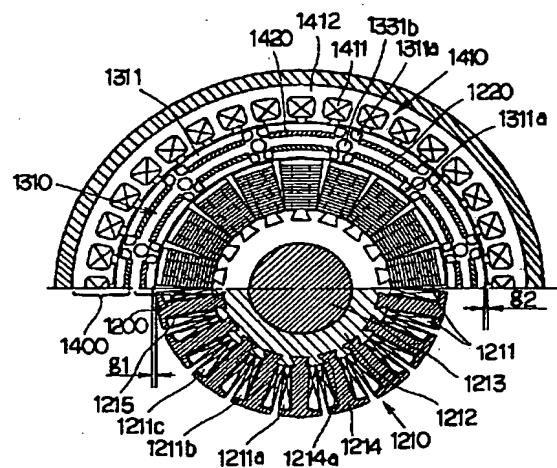
(74)代理人 弁理士 伊藤 洋二

(54)【発明の名称】 車両用駆動装置

(57)【要約】

【課題】 内燃機関と回転電機を有するハイブリッド駆動装置の、コンパクト化に伴って必要となる界磁巻線の強度アップを図るとともに、界磁巻線の損失低減等を実現する。

【解決手段】 第2ロータ1310の内周部の磁極1220と第1ロータ1210とで回転数調整用回転電機1200を構成するとともに、外周部の磁極1420と固定子1410とでトルク調整用回転電機1400を構成する。第1ロータ1210の各相巻線1211a~1211cを、各ティース1214毎に単独で巻回する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関(100)と蓄電手段(600)とを動力源として備える車両用駆動装置において、前記内燃機関に連結された回転軸(1213)を支持するハウジング(1710)と、

第1の界磁巻線(1211)を内蔵した第1の回転子(1210)と、

前記ハウジングの内壁に固定され、前記第1の回転子と同心状にその外周全周に間隔をおいて対向して、第2の界磁巻線(1411)を内蔵した固定子(1410)

と、  
前記第1の回転子と前記固定子との間に同心状に配設され、内周部と外周部にそれぞれ周方向へ一定間隔で磁極が形成されて、内周部の磁極(1220)と前記第1の回転子とで第1の回転電機(1200)を構成するとともに、外周部の磁極(1420)と前記固定子とで第2の回転電機(1400)を構成する第2の回転子(1310)とを備えて、

前記第1の回転子および前記第2の回転子の一方を前記回転軸に連結するとともに、他方を車輪駆動軸(1340)に連結し、

かつ、前記第1の界磁巻線(1211)の各相巻線(1211a~1211c)を、前記第1の回転子の各ティース(1214)毎に単独で巻回したことを特徴とする車両用駆動装置。

【請求項2】 前記第1の回転子(1210)に一体に複数のリング状導電板(1811~1814)を設け、これら導電板に周方向へ間隔をおいて複数の端子部(1811a~1814a)を形成して、異なる導電板の各端子部間に、前記各ティース(1214)毎に単独で巻回された各相巻線(1211a~1211c)を接続したことを特徴とする請求項1に記載の車両用駆動装置。

【請求項3】 前記各相巻線(1211a~1211c)の巻線エンド部にそれぞれ、前記第1の回転子(1210)の回転に伴う内周側と外周側の気圧差により前記巻線エンド部へ冷却風を供給する遠心ファン(1230)を設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用駆動装置。

【請求項4】 前記第1の界磁巻線(1211)は3相巻線(1211a~1211c)であり、前記各ティース(1214)は、前記第2の回転子の2磁極ピッチにつき同方向に3個のティースとなるように配置されていることを特徴とする1乃至3のいずれか1つに記載の車両用駆動装置。

【請求項5】 前記第1の回転子(1210)と前記第2の回転子(1310)間のトルクリップルを、前記固定子(1410)と前記第2の回転子(1310)間にトルクを発生させて打ち消す手段(500)を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載の車両用駆動装置。

【請求項6】 前記第2の界磁巻線(1411)は3相巻線(1411a、1411b、1411c)であり、前記固定子(1410)の各ティース(1414)が前記第2の回転子(1310)の2磁極ピッチにつき同方向に12個のティースとなるように配置され、前記第2の界磁巻線(1411)の各相巻線(1411a、1411b、1411c)が、ティース5個分を巻装したものを1組とし、他の2相巻線との間で電氣的に平衡を保つように配置されていることを特徴とする請求項5に記載の車両用駆動装置。

【請求項7】 前記第2の界磁巻線(1411)の各相巻線(1411a、1411b、1411c)が、分布もしくは重ね巻きもしくは分布かつ重ね巻きされていることを特徴とする請求項6に記載の車両用駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両を駆動する駆動装置、特に内燃機関とバッテリー等の蓄電手段の両方を駆動源として車両を駆動する、いわゆるハイブリッドタイプの電気自動車の駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、特開平7-15805号公報に示されるように内燃機関から発生される動力の回転数を変換する電磁カップリングと、トルクを制御する補助電動機によって内燃機関と回転電機のハイブリッド化を行い、動力機関の省燃費、低公害化を実現しているものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなシステムでは電磁カップリングと補助電動機という2つの独立した回転電機が必要であるため、結果としてシステム全体の重量が増加し、省燃費化の実現が困難となる。また、上記両回転電機の機能は従来の車両ではトルクコンバータと変速機構によりなされているが、これらに代えてその設置スペースに2つの回転電機を搭載することは困難であった。

【0004】そこで、本発明は内燃機関と回転電機のハイブリッド化をコンパクトに実現して上記課題を解決するとともに、コンパクト化に伴って必要となる界磁巻線の強度アップと、これに加えて界磁巻線の損失低減や過熱防止等を実現した車両用駆動装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1乃至7に記載の発明では、第1の回転子(1210)とこれに同心状に配された固定子(1410)との間にさらに同心状に第2の回転子(1310)を設け、第2の回転子(1310)の内周部の磁極(1220)と第1の回転子(1210)とで第1の回転電機(1200)を構成するとともに、外周部の磁極(1

420)と固定子(1410)とで第2の回転電機(1400)を構成している。

【0006】このような構成によれば、2つの回転電機が同心状に位置するから、内燃機関と回転電機のハイブリッド化をコンパクトに実現することができる。また、第1の界磁巻線(1211)の各相巻線(1211a~1211c)を、第1の回転子(1210)の各ティース(1214)毎に単独で巻回している。このような構成により、巻線の巻装が容易になるとともに、高張力で巻装することができるから、巻線の構造強度が大きくなり、遠心力に対して十分な強度を確保することができる。

【0007】また、各相巻線のオーバーラップがなくなるため巻線エンド部の重量が減少し、当該巻線エンド部に作用する遠心力自体が小さくなる。さらに、各相巻線の抵抗を減少させることが可能となり、損失の低減による回転電機の効率が増加する。また、上記オーバーラップがなくなることにより、第1の回転子の端面における通風路が確保され、巻線の過熱が避けられる。

【0008】また、請求項2に記載の発明では、第1の回転子(1210)に一体にリング状導電板(1811~1814)を設けて、異なる導電板の各端子部(1811a~1814a)間に、各ティース(1214)毎に単独で巻回された各相巻線(1211a~1211c)を接続している。このような構成によれば、各ティース毎に単独で巻回された各相巻線の接続を容易に行うことができるとともに、各相巻線のリード部を短くすることができるから、各相巻線の抵抗をさらに減少させて、損失の低減を図ることができる。

【0009】さらに、請求項3に記載の発明では、第1の回転子(1210)の回転に伴う内周側と外周側の気圧差により巻線エンド部へ冷却風を供給する遠心ファン(1230)を設けている。このような構成によれば、各相巻線の冷却を更に効率に行うことができ、その過熱を確実に防止することができる。

【0010】また、請求項4に記載の発明においては、第2の回転子の2磁極ピッチにつき3個のティースとなるように配置することで2/3磁極ピッチとなるため、1相当りのコイル全長は2/3となり、抵抗値も2/3に低減される。これにより同一電流が流れたときに発生する損失は2/3に減少し、界磁巻線(1211)の温度上昇が低減される。

【0011】また、請求項5に記載の発明においては、第1の回転子(1210)と第2の回転子(1310)間のトルクリップルを、固定子(1410)と第2の回転子(1310)間にトルクを発生させて打ち消すようにしている。このことにより、第1の回転子(1210)と第2の回転子(1310)間の磁気抵抗変動によるトルクリップルを低減することができる。

【0012】その場合に、請求項6に記載の発明のよう

に、固定子(1410)の各ティース(1414)を第2の回転子(1310)の2磁極ピッチにつき同方向に12個のティースとなるように配置し、第2の界磁巻線(1411)の各相巻線(1411a、1411b、1411c)が、ティース5個分を巻装したものを1組とし、他の2相巻線との間で電氣的に平衡を保つように配置すれば、トルクリップルを低減制御する場合に、制御不可能なリップルを含まないようにすることができる。

【0013】さらに、請求項7に記載の発明のように、第2の界磁巻線(1411)の各相巻線(1411a、1411b、1411c)を重ね巻き等することにより、全体に均等に巻線を施すことができ、より一層、制御不可能なリップルを含まないようにすることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

(第1実施形態)図1において、100は内燃機関たるエンジンである。1000はトルク変換器(T-S)コンバータであり、エンジン100の出力を入力として受け、車両用の駆動輪等から構成される負荷出力(走行駆動出力)に対応できるよう駆動トルク及び回転数を適宜制御して負荷出力へ向けて出力する。

【0015】T-Sコンバータ1000は、入出力間の回転数を調整するための回転数調整用回転電機1200と、入出力間のトルクを調整するためのトルク調整用回転電機1400とを有する。インバータ200は、T-Sコンバータ1000の回転数調整用回転電機1200の通電を制御する。本実施形態においては、回転数調整用回転電機1200は三相の回転電機により構成されており、インバータ200のスイッチング動作により、三相の交流電流が回転数調整用回転電機1200へ向けて通電制御されている。

【0016】インバータ400は、T-Sコンバータ1000のトルク調整用回転電機1400の通電を制御する。このインバータ400は上記インバータ200と同様に三相の交流電流を通電制御している。ECU500は、T-Sコンバータ1000に設けられた回転センサ、その他の内部情報または外部情報等により上記インバータ200及び400を制御する。600は一般の車両等に用いられている直流のバッテリーである。700は負荷出力として車両のタイヤ等により構成される駆動輪である。

【0017】なお、図示は省略されているが、エンジン100とT-Sコンバータ1000間には、一般の内燃機関駆動式の車両に広く用いられているジョイント部及び減速機等が設けられ、またT-Sコンバータ1000と駆動輪700間にも同様にジョイント、差動ギヤ等が設けられている。次にT-Sコンバータ1000の詳細な構造について説明する。

10

20

30

40

50

【0018】エンジン100の回転駆動力を伝達出力する出力軸110は、図示しないジョイント部、減速機等を介してT-Sコンバータ1000のほぼ中心に位置するシャフト状の入力軸1213と連結されており、エンジン100の回転駆動力を入力軸1213へ直接伝達する。なお、本実施形態においては、出力軸110と入力軸1213を同一軸上に直線的に配置するようにしたが、車両の搭載スペースに合わせ、適宜ジョイント等を介して出力軸110と入力軸1213の軸方向に角度をもたせて配置させることも可能である。

【0019】T-Sコンバータ1000は3つのハウジング1710、1720、1730を連結することにより、一つのハウジングを構成しており、各ハウジング1710、1720、1730同士の銜合部はその位置決めが容易となるように、互いに円筒状のはめ合い部を有して、複数のボルトにより結合されている。そして、ハウジング1710、1720、1730により形成された内部空間に、入力軸1213に一体的に設けられた第1の回転子たる第1ロータ1210と、第2の回転子たる第2ロータ1310、及び固定子に相当するステータ1410等が設けられている。

【0020】入力軸1213は複数の異なる径の外周部を有しており、第1ロータ1210、ベアリング、電源供給のためのスリップリング、回転センサ等が配置されている。第1ロータ1210は回転磁界を形成する3相の界磁巻線1211及びロータコア1212、ロータティース1214から構成されており、入力軸1213の外周面のうち、最も径の大きい外周面にロータコア1212が圧入固定されている。

【0021】入力軸1213は、ロータコア1212が圧入される外周面からエンジン100側へ向けてその径が小さくなるように成形されており、その最もエンジン側に近い外周にはベアリング1514が配置されている。そして、ベアリング1514の外輪をハウジング1730に支持固定することにより、入力軸1213の一端をハウジング1730に対し回転自在に支持している。

【0022】第1ロータ1210の外周には、これと対向して円筒状の第2ロータ1310が相対的に回転可能なように同一軸上に回転自在に配置されている。第2ロータ1310は、その内周面、外周面に複数の磁石を内装したロータヨーク1311と、これを支持するフレーム1331、1332からなり、第2ロータ1310に貫通挿入される複数のボルト1333により、第2ロータ1310を、フレーム1331、1332で挟みこむようにして、締結固定されている。

【0023】フレーム1332には出力軸1340が一体的に形成されており、この出力軸1340がハウジング1720にベアリング1513を介して回転自在に支持されている。出力軸1340の一端は、ハウジング1

720より外部へ突出しており、図示しないデファレンシャルギヤ等を介して駆動輪700に連結されている。

【0024】フレーム1332は、ハウジング1720内において、その回転軸心付近が一部第1ロータ1210側へ向けて突出しており、その内部に入力軸1213の一端が挿入されて、ベアリング1513を介して入力軸1213をフレーム1332に回転自在に支持している。このときロータコア1212に巻装されている界磁巻線1211のコイルエンドはロータコア1212の軸方向端面より突出している。この巻線1211のコイルエンドの突出部内方で、ロータコア1212の端面側方には空間が形成され、この空間部分に、第1ロータ1210の軸に対し第2ロータ1310のフレーム1332を回転支持するベアリング1511が配置されている。これにより、第2ロータ1310の回転支持部を軸方向外方へ突出させることなく、装置全体の軸方向長さを極力小さくする構成を実現している。

【0025】ロータヨーク1311の軸方向端面は、第1ロータ1210のロータコア1212の軸方向端面とほぼ同一の位置になっており、そのためロータヨーク1311の端面に連結されるフレーム1332は、ロータコア1212の端面より突出する巻線1211のコイルエンドを回避するよう、その軸中心部よりカップ型形状をなして第2ロータ1310の端面へ向けて延設される形状となっている。

【0026】ロータヨーク1311を支持するもう一方のフレーム1331は、径の異なる円筒状の外周面を複数有しており、エンジン100側へ向けてその径が徐々に小さくなっている。最も小径な部分は入力軸1213の外周面に対し微小の隙間を介して配置されており、その小径部の外周面にはベアリング1510が嵌め込まれている。

【0027】ベアリング1510の外輪はハウジング1710内壁より延設されているプレート部1710aに固定されている。これにより、第2ロータ1310はそのフレーム1331、1332が、ベアリング1510、1513によりそれぞれハウジング1710、1720に回転自在に支持されている。ここで、各ベアリング1510、1513が入力軸1213に対して同軸上に配置されてことにより、第2ロータ1310も入力軸1213に対して同軸上に回転自在に支持されている。

【0028】フレーム1331とプレート部1710aとの間の軸方向空間部には回転センサたるレゾルバ1912が設けられており、レゾルバ1912はレゾルバロータ1912aがフレーム1331に固定され、本体1912bはプレート部1710aに固定されて、静止したハウジング1710に対する第2ロータ1310の回転数を検出できる構成となっている。このレゾルバ1912からの検出信号はECU500へ向けて送られ、第2ロータ1310の回転制御に用いられる。

【0029】フレーム1331は、ベアリング1510よりも第1ロータ1210側に近い位置で、入力軸1213に対し、ベアリング1512を介して回転自在に支持されている。ロータヨーク1311の円筒状の外周面に対向するようにステータ1410が配置されている。ステータ1410はステータコア1412及び界磁巻線1411から構成されている。ステータコア1412はハウジング1720の円筒状の内周面に直接固定されるように配設されており、回転磁界を形成する界磁巻線1411がステータコア1412に巻装されている。

【0030】このような構成からステータ1410は、第1ロータ1210と第2ロータ1310が互いに同心状に配置されるのと同様に、同心状に配置される構成となっている。ステータ1410の配線は、ハウジング1710より内部に突出形成されているプレート部1710aを貫通し、さらにハウジング1710の外周円筒部に固定された配線固定プラグ1711内を貫通して外部へ配線され、インバータ400へ向けて電気的に接続されている。

【0031】第1ロータ1210においては、ロータコア1212のエンジン側端面から三相の各相ごとの配線となるリード部1660が入力軸1213に埋め込まれた状態で、入力軸1213の軸方向に並列的に配置された3つのスリップリング1630にそれぞれ接続されている。各スリップリング1630はそれぞれ互いに導通しないように、これらの間にモールド等の絶縁部1650を介して設けられており、さらにリード部1660の周囲も同様にしてモールド等の絶縁部により覆われており、入力軸1213等との絶縁を図っている。

【0032】各スリップリング1630には、ブラシ1620がその先端を摺接させており、各ブラシ1620はその後方よりスプリング1640によって、スリップリング1630へ向けて押圧されている。これら3つのブラシ1620はブラシホルダ1610により保持されており、ブラシホルダ1610は、ハウジング1710のプレート部1710aに固定されている。各ブラシ1620からは、それぞれインバータ200へ向けて配線が延びており、インバータ200からの電力を第1ロータ1210に対し、授受可能なように電気的に接続される構成となっている。

【0033】スリップリング1630とベアリング1514との間の入力軸1213外周面には、第1ロータ1210の回転を検出する回転センサたるレゾルバ1911が設けられている。このレゾルバ1911の本体1911bは、上記プレート部1710aの一部に固定され、一方、レゾルバロータ1911aは入力軸1213の外周に固定されている。これにより、静止したハウジング1710に対する入力軸1213、すなわち第1ロータ1210の回転数を検出できる構成となっている。このレゾルバ1911からの信号はECU500へ向け

て出力され、第1ロータ1210の回転制御に用いられる。

【0034】ここまで説明した駆動装置構造について、その作動を説明する。例として、エンジン100の出力の回転数が $2n$  [rpm]、トルクが $t$  [N・m]である時、これを回転数 $n$  [rpm]、トルク $2t$  [N・m]の車両出力としたい場合について説明する。回転数調整用回転電機1200では、入力（第1ロータ回転エネルギー）と出力（第2ロータ回転エネルギー）でトルクは作用、反作用の関係にあり、トルクを同一トルク $t$  [N・m]として、エンジン100の回転数 $2n$  [rpm]を車両出力回転数 $n$  [rpm]に調整する。

【0035】トルク $t$  [N・m]、回転数 $n$  [rpm]の出力を得ることは、回転方向と作用するトルク方向とが逆になる制動状態であり、第2ロータ1310の回転数調整用回転電機1200の磁石1220（図2参照）の位置を、回転センサ1911、1912の相対角により検出して、第1ロータ1210の巻線1211への通電位置を適宜に計算、制御する。

【0036】このような制動状態に制御すると、第1ロータ1210より発電出力が得られ、これをバッテリー600を介してトルク調整用回転電機1400へ送る。第1ロータ1210の巻線1211への通電はインバータ200からブラシホルダ1610、ブラシ1620、スリップリング1630及びリード部1660を経て行われ、通電タイミングは第1ロータ1210、第2ロータ1310の回転センサ1911、1912の相対角によって計算される。

【0037】これによりトルク $t$  [N・m]、回転数 $n$  [rpm]の出力を得るとともにエネルギー $nt$ が発電出力として得られる。このように回転電機1200はエンジン100の出力トルクを負荷出力側である駆動輪700へそのまま伝達しながら、エンジン100側と出力側の回転数の差を発電機出力とする機能を持つ。逆にエンジン100側の回転数が出力側回転数より小さい時は、T-Sコンバータ1000はバッテリー600より給電を受け、電動機としての機能を行う。

【0038】第1ロータ1210よりエンジン100の出力トルク $t$  [N・m]を電磁力を介して伝えられた第2ロータ1310においては、車両出力を $2nt$ とするために、不足となっているトルク分及びそれに必要な出力 $nt$ を補う必要がある。この場合のトルク調整用回転電機1400の働きは通常のモータと同様で、インバータ400からステータ巻線1411へ所望のトルク、回転数となる様に、第2ロータ1310の回転電機1400を構成する磁石1420（図2参照）の位置を回転センサ1912で検出し、通電タイミングを計算しながら給電を行う。

【0039】エンジン100側のトルクが出力側トルク以上となった時は、トルク調整用回転電機1400は、

発電モードで働き、過剰なエネルギーをバッテリー600に送る。このようにして、回転数調整用回転電機1200は、エンジン100のトルク $t$ をそのまま第2ロータ1310へ伝達するとともに、エンジン100の回転数 $2n$ を所望の出力回転数 $n$ に合わせる。そして、この時に生ずる回転数差 $n \times \text{トルク } t$ のエネルギーを電力に変換して、インバータ200、バッテリー600を介してトルク調整用回転電機1400へ送る。

【0040】トルク調整用回転電機1400側では、回転数調整用回転電機1200あるいはバッテリー600の出力を受けて、必要な車両出力トルクに対するトルクの不足分或いは過剰分をここで補正する。この時、不足の場合は、回転電機1400は電動機として、過剰であれば発電機として機能する。なお、回転数調整用回転電機1200もエンジン100の入力の設定によっては電動機として機能する必要がある。

【0041】このような駆動装置を車両の制動に利用する場合は、エンジン100はコンプレッサ（或いはエンジン100によるブレーキ）として機能し、回転数調整用回転電機1200の第1ロータ1210の回転抵抗体として利用できる。このようにして、車両の制動エネルギーのうち、回転数調整用回転電機1200で制動エネルギーの一部を吸収するので、トルク調整用回転電機1400が負担する制動エネルギーは減少し、制動時に必要な容量も小さくすることができる。

【0042】図2には、第1ロータ1210及び第2ロータ1310、ステータ1410の断面構造を示す。図の上半部は図1のII-II線に沿った断面であり、下半部は第1ロータ1210の断面である。なお、全体の内部構造は軸対称である。入力軸1213に圧入されたロータコア1212の外周には、エアギャップ $g1$ を介して円筒状のロータヨーク1311が回転自在に設けられており、その内周面側の内部には、周方向へ等間隔で複数の磁石1220が設けられている。これら磁石1220は内周面側の磁極が、交互にN、S極となるように配置されている。

【0043】各磁石1220の両端には、磁束の漏れを防ぐための開口部1311aがそれぞれ形成されている。また、各磁石1220間のスペースにはボルト穴1331bがロータヨーク1311を貫通するように周方向の複数位置に設けられており、ロータヨーク1311を両サイドで支持するフレーム1331、1332を結合するためのボルト1333（図1参照）が上記各ボルト穴1311b内に挿入される。

【0044】これら磁石1220とロータコア1212及び界磁巻線1211との間で磁束が生じることにより回転数調整用回転電機1200が形成される。そして、界磁巻線1211に流れる電流をインバータ200により適宜制御することによって、出力軸1340（図1参照）の回転数を調整することができる。ロータヨーク1

311の外周面側内部には、周方向に等間隔に複数の磁石1420が配置されており、磁石1420の両端部には、磁束の漏れを防ぐための開口部1311aが磁石1220の場合と同様に形成されている。磁石1420の磁極の配置は磁石1220と同様である。

【0045】第2ロータ1310のロータヨーク1311の周囲には所定のエアギャップ $g2$ を介してステータ1410が設けられている。ステータ1410のステータコア1412の内周面側には複数のスロットが形成されて界磁巻線1411が巻装されており、第2ロータ1310の磁石1420との間で磁束を形成して、他の一つの回転電機を構成する。

【0046】そして、界磁巻線1411に流れる電流をインバータ400で適宜制御することによって、出力軸1340（図1参照）のトルクを調整することができる。以上のような構成により、エンジン100の回転エネルギーを一部電磁力を介してダイレクトに走行駆動側へ伝達することにより、電力系統及び回転機の容量を小さくすることができ、さらには2つの回転電機1200、1400を複合化して内外に配置したので、非常に小型化が実現された。

【0047】また、回転エネルギーを電力に、さらに電力から回転エネルギーに変換する工程が省けるので、その分、効率向上も期待出来る。一般に回転電機は多極化することで必要磁路断面積が減少する。そこで、本実施形態のように、磁石1220、1420を複数に分割して多極化することで、第2ロータ1310の厚みを極端に薄くすることができ、2つの回転電機1200、1400を同心円状に配置し一体化した際の径方向への極大化をさらに軽減させ、小型化を一層向上させている。

【0048】一般に回転電機の性能（ $w/kg$ ）は磁気回路上のエアギャップ（図2の $g1$ 、 $g2$ ）を小さくし、有効磁束量を増加することにより向上する。したがって、エアギャップは出来るだけ小さくするのが望ましいが、現実には遠心力によるロータ外径の撓り、ハウジング等各部品の単体精度、組付け精度により制約される。これらの中で組付け精度は各部品の公差の累積が出来るだけ無くなるように設計する必要がある。

【0049】エアギャップ $g1$ についていえば、第2ロータ1310と第1ロータ1210の正確な位置決めが必要である。そのため、本実施形態では、これらロータ1210、1310の間にベアリング1512、1513を設けて、高精度な位置決めを可能としている。同様にエアギャップ $g2$ では、第2ロータ1310と固定子1410の正確な位置関係が必要であるため、第2ロータ1310と固定子1410を固定したハウジング1710、1720の間にベアリング1510、1511を設けて高精度に位置決めを可能としている。

【0050】これによりエアギャップ $g1$ 、 $g2$ をさらに小さくでき、回転機の性能（ $w/kg$ ）が向上すると

ともに一層の小型化が可能である。また、第1ロータ1210及び第2ロータ1310を組み付ける際には、最初に第1ロータ1210を第2ロータ1310に組み込み、その後フレーム1331を組付けたロータアッシーをステータ1410が組付けられたハウジング1720等に組み込むので、上述のベアリング配置とすることによって組付け性が著しく向上する。

【0051】次に、第1ロータ1210の3相界磁巻線1211の巻装状態について説明する。ロータコア1212は円板状になっており、その外周側に、断面T字状の複数のロータティース1214が所定の間隔で設けられており、各ロータティース1214はそれぞれ基部に形成したタブテール1214aによりロータコア外周の取付溝内に嵌着固定されている。

【0052】そして、各ロータティース1214には界磁巻線1211のうち、いずれか一つの相巻線1211a、1211b、1211cが、絶縁紙1215によりロータティース1214と電気的に絶縁された状態で集中巻きされている。各ロータティース1214は、相巻線1211a、1211b、1211cの巻装されたロータティース1214の順序で配置されている。

【0053】ロータティース1214は、ロータティース1214に対向する第2ロータ1310の内部の磁石1220によって形成される磁極の2磁極ピッチにつき3個の割合で形成されている。界磁巻線1211の結線は図3に示すように、ロータティース1214に巻装された各相巻線1211a、1211b、1211cがそれぞれ並列になるように、ターミナル1810（図1参照）上の結線部で、はんだ付けにより電気的に接続されている。

【0054】ターミナル1810は図4～図7に示すように、各相巻線1211a、1211b、1211cの巻き始めが各々結線される3つの導電板1811、1812、1813と、上記各相巻線1211a、1211b、1211cの巻き終わり全てが結線される1つの導電板1814とが電気絶縁材1815により積層固定されている。なお、導電板1811～1813は同形状である。

【0055】導電板1811には相巻線をからめた後、はんだ付け固定が可能となるように端子部1811aおよび端子部1811bが設けられ、端子部1811aには相巻線1211aの巻き始めが結線され、端子部1811bにはリード部1660が結線される。同様に導電板1812には端子部1812a、1812b、導電板1813には端子部1813a、1813bが設けられている。

【0056】また導電板1814にはコイルをからめた後、はんだ付け固定が可能となるように端子部1814aが設けられ、端子部1814aには各相巻線1211a、1211b、1211cの巻き終わりが結線されて

これらを相互に電気的に接続する。この巻装構造によると、第2ロータ1310の2磁極ピッチ（図3参照）間の、ロータコア1212外周に3個のロータティース1214が位置し、各ロータティース1214にそれぞれ順次x相、y相、z相の巻線を行うことにより、巻線ピッチは2/3磁極ピッチとなる。

【0057】ここで、従来から通常使われている全節巻きで上記車両用駆動装置を実現した場合の構造を図14～図16に示す。図14に示すように、第1ロータ1210の界磁巻線1211は、2磁極ピッチ間に6個設けられたティース1214に、各相巻線がティース3個を1単位として重ね巻きされており、巻線ピッチは図15に示すように1磁極ピッチとなる。そして、図16に示すように、巻線エンド部では各相巻線が重なり合っている。

【0058】以上のような全節巻線構造が1磁極ピッチであるのに対して、本実施形態の巻線構造では既述のように2/3磁極ピッチとなるため、1相当りのコイル全長は2/3となり、抵抗値も2/3に低減される。これにより同一電流が流れたときに発生する損失は2/3に減少し、界磁巻線1211の温度上昇が低減される。

【0059】また各相巻線1211a～1211cは、それぞれ1つのロータティース1214に集中巻きされた後、タブテール1214aによってロータコア1212に固定される構造であるため、各相巻線の占積率が向上する。従って、同一巻数の仕様に対して線径の太い導体で巻くことができるため抵抗値が減少し、これによっても界磁巻線1211の温度上昇が抑制される。

【0060】また前述のように各相巻線1211a、1211b、1211cはそれぞれ1つのロータティース1214に集中巻きとなるため、相巻線に張力を加えることが可能であり、遠心力に対して高強度の構造となる。さらに、この巻線構造を全節巻き構造（図14、図15、図16）と比較すると、本実施形態では周方向に区画的に巻くことが可能であるのに対して、全節巻き構造では、x相、y相、z相の各相巻線がコイルエンド部で重なる。そして、この重なりがコイルエンド部質量を増加させ、この結果、コイルエンド部に作用する遠心力を増加させる。これに対して、本実施形態では基本的に相巻線の重なりは生じないので、遠心力の増加を抑えることができる。

【0061】このように界磁巻線1211のラップ部を生じないので、図8に示すように巻線エンド部上の各相巻線当たりの冷却風接触面積（図中M）が増加するとともに、冷却風通路（図中L）が形成され、冷却効果が向上する。また前述のように、各相巻線1211a、1211b、1211cはそれぞれ1つのロータティース1214に集中巻きされた後、ロータコア1212にタブテール1214aで固定され、電気的な接続はターミナル1810上でそれぞれ結線される。このように、電気



結線にターミナル1810を用いることで作業性の向上が図れるとともに、結線部のリードも極力短くすることができるため遠心力に対しても強度が増す。

【0062】さらに、界磁巻線1211のインピーダンスに注目してみると、全節巻き構造では第1ロータ1210の内径側と外径側とでコイル長さ、磁気回路が微妙に異なるためインダクタンス、抵抗が共に異なり、各相巻線間にインピーダンスのアンバランスが生じる。全節巻き構造では、これが回転機の振動および騒音に対し悪影響を及ぼしていたが、実施形態の巻線構造では各相巻線1211a、1211b、1211cは全て同一インダクタンス、抵抗となるためこれによる振動、騒音の影響はない。

【0063】以上説明したように、本実施形態によれば、第1ロータ1210の界磁巻線1211の、冷却風との接触面積が増大することにより巻線冷却が効果的に行われるとともに、巻線抵抗も小さくなっているため発熱も減少し、その相乗効果で界磁巻線1211の温度上昇を大幅に抑えることが可能となる。また、界磁巻線1211の巻装強度が向上すること及び巻線エンド部の質量の低下により、耐遠心力強度の向上および遠心力そのものの低減が図られる。さらに各相巻線1211a、1211b、1211cはインピーダンスのバランスがとれているため、これを結線した3相巻線は、振動、騒音の発生を抑えることができる。

【0064】(第2実施形態)図9～図11に他の実施形態を示す。本実施形態は第1の実施形態に記載の第1ロータ1210に遠心ファン1230を追加したものである。遠心ファン1230は非磁性材よりなり、通風穴1233をもったフランジ部1231(図11参照)とそれと垂直に設けられた複数のブレード1232により構成される。

【0065】ブレード1232は第1ロータ1210のロータティース1214と同数設けられ、フランジ部1231の円周上に等ピッチで形成されている。遠心ファン1230はそのブレード1232が、図12に示すように、隣り合う2つのロータティース1214の中間に位置するように、即ち各相巻線1211a、1211b、1211cのコイルエンド部の谷部に位置するように、シャフト1213に設けられたローレット1213a(図9参照)によりシャフト1213に固定される。

【0066】フランジ部1231、2枚のブレード1232、および相巻線1211aのコイルエンド部によって構成される空間は、第1ロータ1210の径方向に抜ける通風路1234(図10参照)となる。通風路1234の内径側の断面積S1(図13参照)は外径側の断面積S2(図12参照)より小さくなるようにフランジ部1231の形状が決められている。

【0067】第1ロータ1210が回転すると、これと直結する遠心ファン1230も回転する。そのとき通風

路1234の外径側空気速度と内径側空気速度に差が生じ、それが外径側空気速度>内径側空気速度となるためベルヌーイの定理より外径側気圧<内径側気圧となり、内径側より外径側に空気の流れが生まれる。この空気が第1ロータ1210の各相巻線1211の巻線エンド部と接触し、その後、ロータフレーム1331、1332に設けられた穴部1331a、1332aを抜け、ステータ1410の界磁巻線1411のコイルエンド部に達する。

【0068】この空気はフレーム1710、1720壁面に接しながらロータフレーム1331、1332に設けられた穴部1331b、1332bを通り、再び遠心ファン1230の通風穴1233に吸い込まれる。この時の熱移動としては、空気が高温の第1ロータ1210の界磁巻線1211の巻線エンド部、第2ロータ1310のロータヨーク1311、磁石1220、1420およびステータ1410の界磁巻線1411のコイルエンド部から熱を奪い、自分自身は温度上昇する。そして、この空気温度より低温のフレーム1710、1720に接触し、逆に熱を放出して自分自身の温度を下げる。

【0069】結果として空気を媒体として、高温部である第1ロータ1210の界磁巻線1211の巻線エンド部、第2ロータ1310のロータヨーク1311、磁石1220、1420およびステータ1410の界磁巻線1411のコイルエンド部から、熱を低温のフレーム1710、1720に移動させたことになり、高温部の温度が低下させられる。

【0070】このように、本実施例の遠心ファン1230は各相巻線1211がそれぞれ1つのロータティース1214に巻装される本巻線構造によってのみ実現されるものである。

(第3実施形態)上記した第1、第2実施形態に示すものにおいては、第1ロータ1210のティース1214は対向する第2ロータ1310の内部の磁石1220によって形成される磁極の2磁極ピッチにつき3個の割合で形成され、全節巻き構造の6ティースに比べて半数となっている。このため、第1ロータ1210、第2ロータ1310間にはティースの有無に伴う磁気抵抗変動が大きくなり、それに起因する制御不可能なトルクリップルが増加する。第2ロータ1310は、直接、駆動輪700に接続されているため、トルクリップルは車両の振動となり車両運転時のフィーリングを悪化させる。

【0071】そこで、本実施形態では、さらに、第1ロータ1210、第2ロータ1310間のトルクリップルを、トルク調整部1400すなわちステータ1410、第2ロータ1310間で発生するトルクにより打ち消し低減するようにしている。例えば、ECU500において、レゾルバ1912により検出された第2ロータ1310の回転位置を微分して回転速度を検出し、その変動状態からトルクリップルを算出して、そのトルクリップ

10

20

30

40

50

ルを打ち消すようにトルク調整部1400を制御する。

【0072】このような制御を行う場合には、ステータ1410、第2ロータ1310間で発生するトルクに制御不可能なリップルを含まないことが必要である。そこで、本実施形態においては、ステータティース1414の数を通常の2倍とし、さらに高調波磁束が発生しない巻線を施すようにしている。具体的には、図17、図18に示すように、ステータ1410には、対向する第2ロータ1310内部の磁石1420によって形成される磁極の2磁極ピッチにつき12個の割合でティース1414が形成され、3相コイルを構成する各相コイルが、ティース5個分を巻装したものを1組とし、1ティースずらして計2組分布させ、他の2相との間で電氣的に平行を保つように配置されている。すなわち、各相コイルが $5/6\pi$ 短節分布巻きされている。

【0073】このようにステータ1410においてティース1414の数を増加させることにより、スロットリップルを低減でき、さらに本電機子巻線方法によりエアギャップに発生する高調波磁束（特に第5及び第7高調波）を低減でき、トルクリップルの発生を抑えることができる。これにより、ステータ1410、第2ロータ1310間のトルク制御の精度が向上し、第1ロータ1210、第2ロータ1310間に発生する回転変動及び振動を低減でき、車両のフィーリングを向上させることができる。

【0074】また、エアギャップに発生する磁束の第5、第7高調波は、第2ロータ1310を変動しながら横切る磁束であるため、第2ロータ1310表面に大きな磁束変化が生じ、第2ロータ1310を発熱させる。従って、磁束の第5、第7高調波を低減させる本電機子巻線方法は、第2ロータ1310の温度低減にも効果がある。

【0075】さらに、ステータ巻線は、第1ロータ1210の巻線と異なり径が大きく巻装しやすいため、占積率を上げ低抵抗も可能で、かつステータ外周が静止しているフレームに固定されやすいため放熱しやすいという効果もある。また、図18に示す各相の巻線を1組とし、図19に示すように、各相の巻線の組を1ティースずらして2組分布させ、他の2相との間で電氣的に平衡を保つように、重ね巻きとすれば、全スロットに均等に巻線を施すことができる。また、分布もしくは分布かつ重ね巻きとしてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における、車両用駆動装置の全体縦断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態における、車両用駆動装置の横断面図で、上半部は図1のII-II線に沿った断面図、下半部は第1ロータの断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態における、第1ロータの巻線ピッチと第2ロータの磁極ピッチの関係を示す図で

ある。

【図4】本発明の第1実施形態における、ターミナルの破断正面図である。

【図5】本発明の第1実施形態における、ターミナルの横断面図で、図4のV-V線に沿った断面図である。

【図6】本発明の第1実施形態における、導電体の正面図である。

【図7】本発明の第1実施形態における、導電体の正面図である。

【図8】本発明の第1実施形態における、第1ロータの巻線エンド部を外周方向から見た平面図である。

【図9】本発明の第2実施形態における、車両用駆動装置の全体縦断面図である。

【図10】本発明の第2実施形態における、車両用駆動装置の要部拡大縦断面図である。

【図11】本発明の第2実施形態における、遠心ファンの斜視図である。

【図12】本発明の第2実施形態における、遠心ファンの断面図で、図10のXII-XII線に沿った断面図である。

【図13】本発明の第2実施形態における、遠心ファンの断面図で、図10のXIII-XIII線に沿った断面図である。

【図14】全節巻き構造を車両用駆動装置に適用した場合の装置の断面図である。

【図15】全節巻き構造を車両用駆動装置に適用した場合の、第1ロータの巻線ピッチと第2ロータの磁極ピッチの関係を示す図である。

【図16】全節巻き構造を車両用駆動装置に適用した場合の、第1ロータの巻線エンド部を外周方向から見た平面図である。

【図17】本発明の第3実施形態における、車両用駆動装置の横断面図である。

【図18】本発明の第3実施形態における、ステータにおける3相コイルの巻線と第2ロータの磁極ピッチとの関係を示す図である。

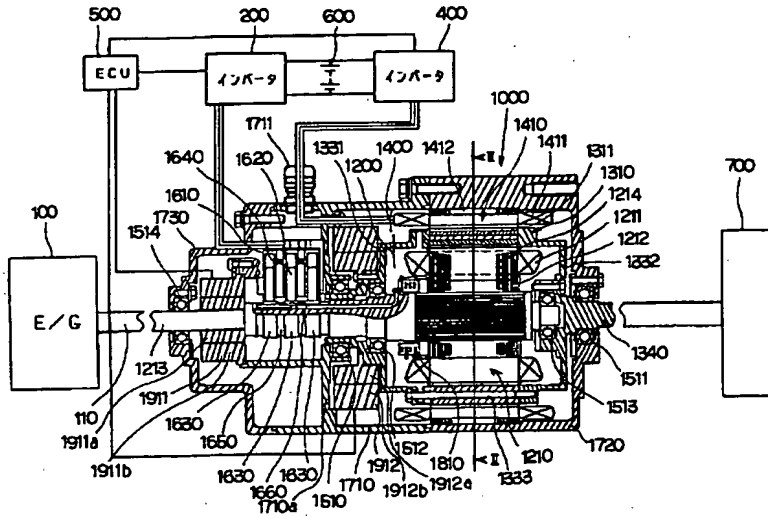
【図19】本発明の第3実施形態の他の例を示す、ステータにおける3相コイルの巻線と第2ロータの磁極ピッチとの関係を示す図である。

#### 【符号の説明】

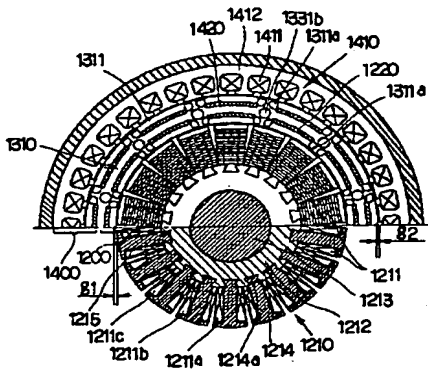
100…エンジン、200、400…インバータ、500…ECU、600…バッテリー、1200…回転数調整用回転電機、1210…第1ロータ、1211…界磁巻線、1211a、1211b、1211c…相巻線、1213…入力軸、1214…ティース、1220…磁石、1230…遠心ファン、1310…第2ロータ、1332…フレーム、1340…出力軸、1400…トルク調整用回転電機、1410…固定子、1411…界磁巻線、1414…ティース、1420…磁石、1710…ハウジング、1811、1812、1813、181

17  
4…導電板、1811a、1811b、1812a、1 \*部。  
812b、1813a、1813b、1814a…端子\*

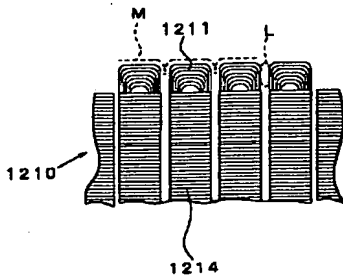
【図1】



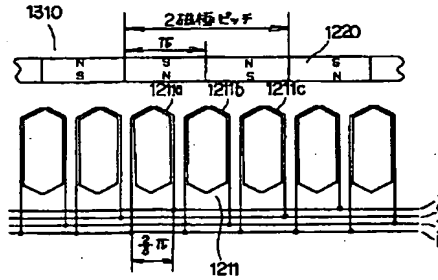
【図2】



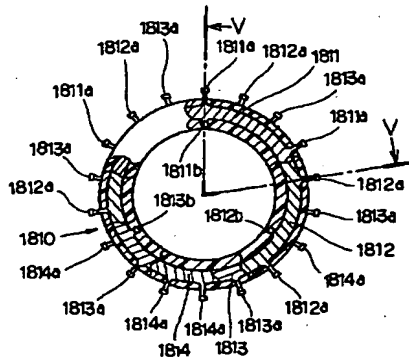
【図8】



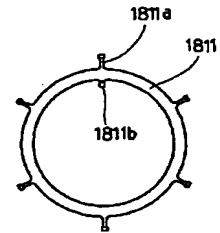
【図3】



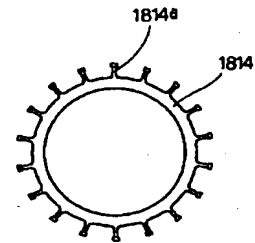
【図4】



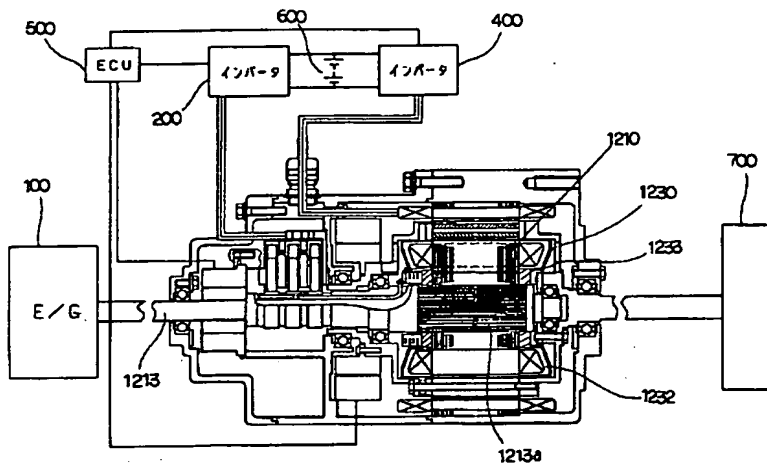
【図6】



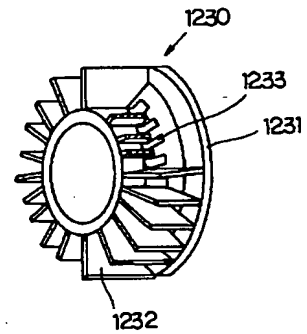
【図7】



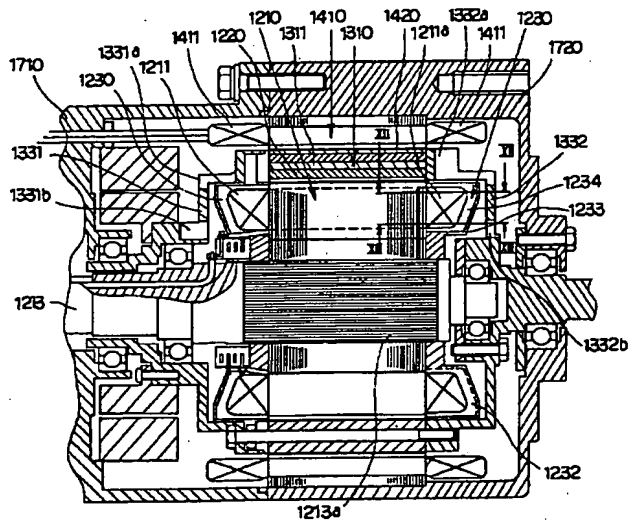
【図9】



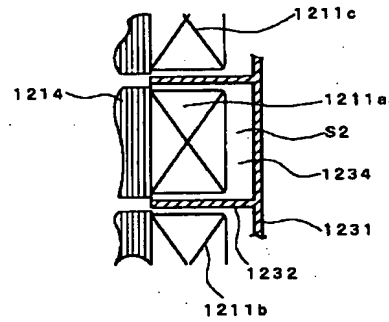
【図11】



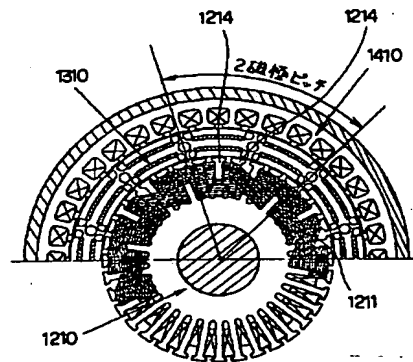
【図10】



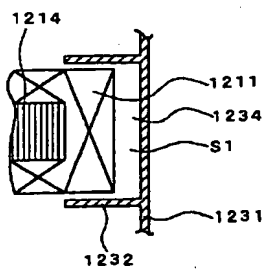
【図12】



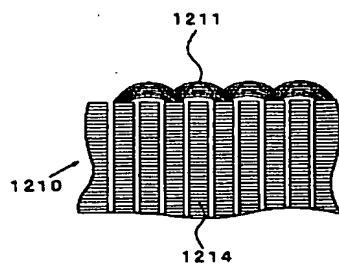
【図14】



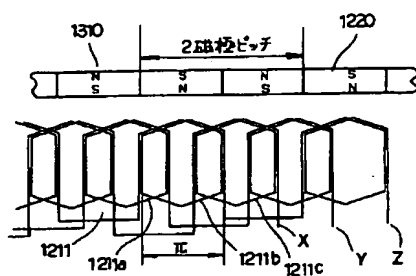
【図13】



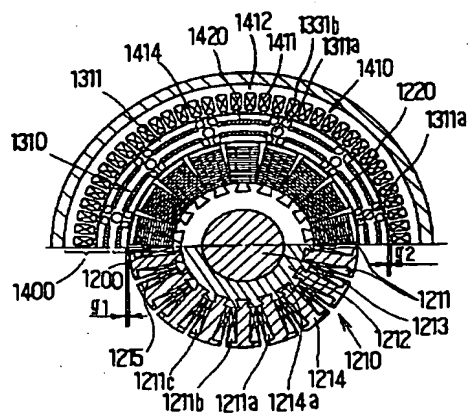
【図16】



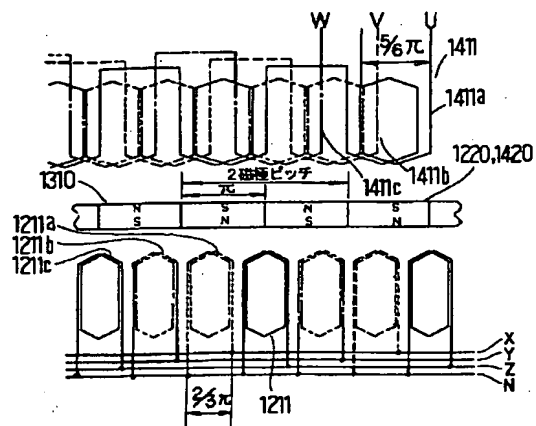
【図15】



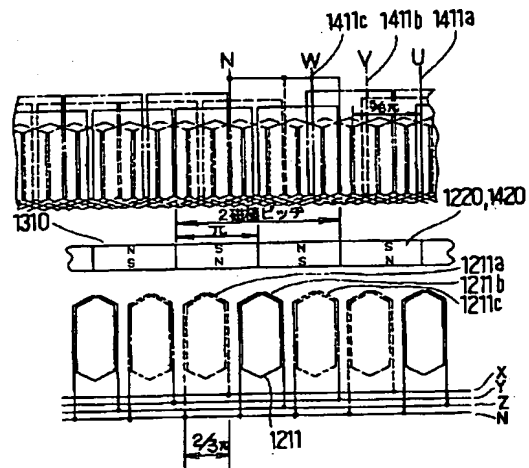
【図17】



【図18】



【図19】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**